

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-156548

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/36

(21)Application number : 2000-353563

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 20.11.2000

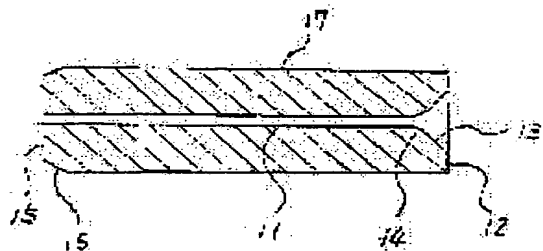
(72)Inventor : KOBAYASHI YOSHIHIRO

## (54) OPTICAL FIBER FERRULE AND MACHINING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a superior optical fiber inserting part and boundary part that have short machining time and that have no edges in the boundary part, in an optical fiber ferrule.

SOLUTION: In the optical fiber ferrule, the inserting part 13 and the boundary part 14 for an optical fiber are formed by laser beam machining.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-156548

(P2002-156548A)

(43)公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51)Int.Cl.

G 0 2 B 6/36

識別記号

F I

C 0 2 B 6/36

データベース\*(参考)

2 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-353563(P2000-353563)

(22)出願日 平成12年11月20日(2000.11.20)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72)発明者 小林 善宏

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

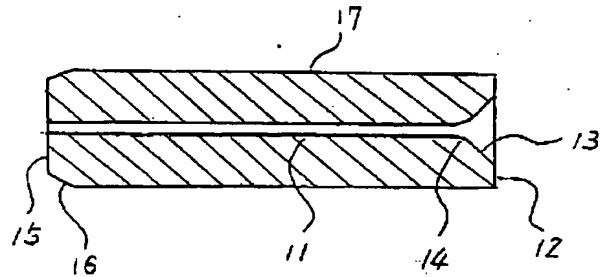
Fターム(参考) 2H036 QA12 QA16 QA20

(54)【発明の名称】 光ファイバ用フェルルールおよびその加工方法

(57)【要約】

【課題】光ファイバ用フェルルールにおいて、加工時間が短くしかも、境界部にエッジの生じない良好な光ファイバ挿入部および境界部を得る。

【解決手段】光ファイバ用フェルルールにおいて、光ファイバ挿入部13および境界部14をレーザ加工により形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、上記光ファイバ挿入部および境界部が熱によって溶融した表面からなることを特徴とする光ファイバ用フェルール。

【請求項2】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、上記光ファイバ挿入部および境界部の平均結晶粒径がそれ以外の部分の平均結晶粒径に比べて大きいことを特徴とする光ファイバ用フェルール。

【請求項3】前記光ファイバ挿入部および境界部の平均結晶粒径が0.5 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項2記載の光ファイバ用フェルール。

【請求項4】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、レーザ加工により光ファイバ挿入部および境界部を形成することを特徴とする光ファイバ用フェルールの製造方法。

【請求項5】レーザ加工後、前記光ファイバ挿入部および境界部をエッチング処理することを特徴とする請求項4記載の光ファイバ用フェルールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光通信等に使用される、光ファイバを固定するための光ファイバ用フェルールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、光通信などの光信号処理に用いられる光ファイバを固定するための光ファイバ用フェルールは、光ファイバ同士を接続するために用いられる光コネクタもしくは、半導体レーザと光ファイバ等から構成される半導体レーザモジュール等に用いられている。

【0003】光ファイバ用フェルールは図1に示す様に、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔11を有し、かつ該貫通孔11の後端部12に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部13を有し、かつ該光ファイバ挿入部13と貫通孔11との境界部14は曲面形状をなし、先端部15とスリーブ挿入案内部16をそなえた形状である。

【0004】従来の光ファイバ挿入部13は、素材を射出成形やプレス成形等で成形した場合、成型時に使用する金型形状を転写した状態のままで円錐形状を形成でき

るので後加工が不要となり、その為焼成肌面となっていた（特開平7-253521号公報参照）。

【0005】又、素材を押出成形で成形した場合は、成型時に光ファイバ挿入部13を形成出来ないで、焼成後に研削、切削もしくは研磨等で円錐形状を形成しなければならなかった（実開平3-45504号公報参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の射出成形もしくはプレス成形等で成形した光ファイバ用フェルールでは、貫通孔11の内径寸法精度を高めるために研磨加工した際に、貫通孔11と光ファイバ挿入部13との境界部14にエッジが生じるため、貫通孔11の研磨加工のあとに境界部14の曲面形成加工を行わなければならなかった。そのため成型時に曲面形状としていたにも関わらず、再加工しなければならず、低価格を要求される市場状況にあってコストを低減できない大きな要因となっていた。

【0007】又、押出成形で成形した従来の光ファイバ用フェルールでは、研削、切削もしくは研磨等で円錐形状の光ファイバ挿入部13を形成した後に、境界部14を滑らかな曲面で貫通孔11につなげて加工する必要がある。

【0008】材料がセラミックスの場合に、加工はダイヤモンド砥石もしくはダイヤモンド砥粒を用いて加工しなければならず、砥石もしくは加工ツール形状が複雑になるばかりでなく、加工装置の剛性を高めしかも構造を複雑にしなければならず、低価格が要求される市場状況にあってコストを低減できない大きな要因となっていた。

【0009】更に、上記従来のいずれの例においても、光ファイバ挿入部13および境界部14は焼成面もしくは、研削、研磨等の加工面となっており、光ファイバ挿入部13と境界部14と貫通孔11が滑らかな曲面形状をなしていなかった。

【0010】そのために、光ファイバ挿入時に光ファイバ外周に傷を付け、光コネクタを組み上げた後の、熱衝撃試験等の信頼性試験において、光ファイバがマイクロクラックの為に断線するという問題があった。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記に鑑みて本発明は、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、上記光ファイバ挿入部および境界部が熱によって溶融した表面からなることを特徴とする。

【0012】又、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫

通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、上記光ファイバ挿入部および境界部の平均結晶粒径がそれ以外の部分の平均結晶粒径に比べて大きいことを特徴とする。

【0013】しかも、前記光ファイバ挿入部および境界部の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

【0014】更に、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、レーザ加工により光ファイバ挿入部および境界部を形成することを特徴とする。

【0015】そして、レーザ加工後、前記光ファイバ挿入部および境界部をエッチング処理することを特徴とする。

【0016】即ち本発明によれば、光ファイバ挿入部と境界部をレーザにより加工することによって、内壁が溶融した表面となり極めて滑らかな曲面形状を形成することが出来、光ファイバ挿入時に光ファイバ外周に傷を付けることがなくなり、長期信頼性に優れた光ファイバ用フェルールを得ることが出来る。

【0017】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図によって説明する。

【0018】図1は本発明の実施形態を示す光ファイバ用フェルールの断面図で、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔11を有し、かつ該貫通孔11の後端部12に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部13を有し、かつ該光ファイバ挿入部13と貫通孔11との境界部14は曲面形状をなし、先端部15とスリーブ挿入案内部16をそなえた形状である。

【0019】本発明の光ファイバ挿入部13および境界部14の加工方法は、詳細については後述するがレーザ加工することを特徴とする。

【0020】本発明の光ファイバ用フェルールを形成する材料は、ジルコニアセラミックスの他、アルミナ、窒化珪素、炭化珪素、窒化アルミニウム、コージュライト、ムライト等を主成分とする結晶粒子を有するセラミックス、あるいは結晶化ガラスなどであればどれでも用いることが出来る。なお、セラミックスは焼成が必要であるが、レーザ加工は焼成後に行うことが望ましい。

【0021】また、レーザ加工にて形成された光ファイバ挿入部13および境界部14の表面は、レーザ光の熱による滑らかな溶融した表面から形成され光ファイバを挿入しやすくするための滑らかな内壁表面を得ることが出来る。更に、光ファイバ挿入部13、境界部14をより滑らかにする目的で、ウェットエッチングなどの処理を仕上げ加工として行うことが望ましい。レーザ加工部は、加工条件と材料の組み合わせにより、粒成長しすぎ

て、巨大粒子が形成されることがあり、光ファイバの挿入時もしくはその後の処理により脱粒が発生する可能性があり、エッチング処理により、巨大粒子を除去することが望ましい。

【0022】そして、光ファイバ挿入部13および境界部14の表面粗さは $Ra0.2\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0023】上記光ファイバ挿入部13、境界部14はレーザ加工の熱により粒子が成長し、他の部分に比べて平均粒子径が大きくなることで、レーザ加工面であることを判別することが出来る。

【0024】又、フェルールがジルコニアセラミックスからなる場合には、光ファイバ挿入部13および境界部14の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。また他の部分の平均結晶粒径は強度、熱劣化、ボイド等の観点から $0.3\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ に設定することが特に望ましい。

【0025】ここで、光ファイバ挿入部13および境界部14の平均結晶粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以上としているのは、レーザの熱によりジルコニアセラミックスの一部が溶融除去され、その結果として光ファイバ挿入部13および境界部14表面が溶融面となり、しかも滑らかな曲面形状をなすためには、その溶融時の熱によりジルコニアセラミックスの結晶が粒成長して $0.5\mu\text{m}$ 以上の平均結晶粒径となることが好ましいからである。

【0026】なお、光ファイバ挿入部13および境界部14の平均結晶粒径とは、それぞれの表面から $50\mu\text{m}$ 以内の領域における平均結晶粒径のことをいう。

【0027】本発明の光ファイバ用フェルールはシングルモード、マルチモード共に適用できる。

【0028】次に、光ファイバ挿入部13および境界部14の加工方法を図2を用いて説明する。

【0029】上述したように、フェルール1は様々なセラミックスを用いることが出来、一例として、最も一般的に使用されているジルコニアセラミックスを用いて詳細に説明する。

【0030】まず、予め射出成形、プレス成形、押出成形等で貫通孔11を有する形状に成形しておき、これを焼成後、得られた円筒部材20の貫通孔11の内径の寸法精度を高めるために内周研磨を行う。このとき、外周17の真円度及び円筒度を最終形状に近くしておくことが望ましい。

【0031】レーザ加工は、貫通孔11を仕上げた円筒部材20を保持治具21に固定し、レーザ22の照射軸が円筒部材20の光ファイバ挿入部13の円錐面と合致し、中心軸と角度 $\theta$ となるように位置合わせをおこなう。この時、円筒部材20の寸法のバラツキにより数 $\mu\text{m}$ 程度は機械的に位置ズレを生じる可能性があるために、マイクロメータ制御機構等を用いて円筒部材20の保持治具21の位置を調整し、精密な位置合わせを行

う。

【0032】レーザ22のスポット径は5～100 $\mu$ mの範囲内で調整することが望ましい。これは5 $\mu$ m未満ではスポット径が小さすぎて、レーザ加工が光ファイバ挿入部13の奥の境界部14まで到達しない可能性が生じることと、100 $\mu$ mを越えるとレーザ加工が境界部14を通り越えて光ファイバ挿入部13の形状を見出す可能性が高くなるからである。

【0033】加工は保持治具21を回転させておき、レーザ22の照射軸を光ファイバ挿入部13の円錐面の角度 $\theta$ から順次貫通孔11と平行となる方向へ移動させることにより、光ファイバ挿入部13と境界部14とを滑らかな面に仕上げる事が出来る。

【0034】このとき、レーザ22の熱によりジルコニアセラミックスの一部が溶融除去され、その結果として光ファイバ挿入部13および境界部14表面が溶融面となり、しかも滑らかな曲面形状をなし、その溶融時の熱によりジルコニアセラミックスの結晶が粒成長し0.5 $\mu$ m以上の平均結晶粒径となる。

【0035】加工に用いるレーザの種類としては、特に限定するものではなく、CO<sub>2</sub>レーザ、YAGレーザ、ガラスレーザ、エキシマレーザ等の公知のレーザを用いることができ、使用する材料によって適宜レーザの種類を選定することが出来る。例えばジルコニアセラミックスの場合、加工パワーの大きさからCO<sub>2</sub>レーザを用いることが望ましい。

【0036】又、レーザ加工の条件は円筒部材20の材質によって異なり、例えば、ジルコニア等のセラミック

スやガラス等の無機物は、大出力のレーザ光を直接照射するとヒートショックによりクラックが発生する可能性があるため、レーザは間欠的に照射して円筒物本体が急激に温度上昇することを防いだり、レーザ照射前もしくは照射後、更には前後に出力を弱めたり、照射スポットを広げたりして出力を弱めたレーザを照射して予め円筒部材20を加熱し、又ヒートショックを和らげるためヒータ等の加熱手段により予め円筒部材20を加熱した状態でレーザ照射を行っても良い。

【0037】

【実施例】実施例1

ここで、以下に示す方法で実験を行った。

【0038】図1に示すジルコニアセラミックス製のシングルモード光ファイバ用フェルールを外径D=φ2.5mm、長さL=10.5mm、貫通孔d=φ0.126mmで、光ファイバ挿入部開口径f=1.0mm、光ファイバ挿入部角度 $\theta=45^\circ$ とし、本発明のレーザ加工したサンプルを20個作成した。

【0039】次にフェルールを長手方向に中心部で切断し、1000倍の走査型電子顕微鏡を用いた微構造写真から光ファイバ挿入部13および境界部14の表面から50 $\mu$ m以内の領域とそれ以外の部分とをインターセプト法にて各40点測定し平均結晶粒径の平均値を算出した。

【0040】その結果を表1に示す。

【0041】

【表1】

	光ファイバ挿入部 および境界部	それ以外の部分
平均結晶粒径 ( $\mu$ m)	0.83	0.36

【0042】この結果より、それ以外の部分の平均結晶粒径は0.36 $\mu$ mであるのに対し、光ファイバ挿入部13および境界部14の表面から50 $\mu$ m以内の領域の平均結晶粒径は0.83 $\mu$ mと粒成長しており、明らかに違いを判別することが出来る。

実施例2

次に、図1に示すジルコニアセラミックス製のシングルモード光ファイバ用フェルールを外径D=φ2.5mm、長さL=10.5mm、貫通孔d=φ0.126mmで、光ファイバ挿入部開口径f=1.0mm、光ファイバ挿入部角度 $\theta=45^\circ$ とし、本発明のレーザ加工したサンプルと比較例として従来の射出成形による焼成肌面のサンプルと従来の押出成形による研削加工したサンプルを各200個作成し、光ファイバ挿入部13および境界部14の加工に有した時間を測定した。

【0043】ここで、従来の焼成肌サンプルは貫通孔13の加工後、境界部14の再加工を行っておらず、又従

来の研削加工サンプルは光ファイバ挿入部13の研削加工後に境界部14の曲面形状加工を行ったものとした。

【0044】更に光ファイバ用フェルールに光ファイバを挿通固定した後、光ファイバ先端面を仕上げ研磨して、熱衝撃試験器に投入し、光ファイバの破断数を確認した。

【0045】熱衝撃条件は、 $-40^\circ\text{C}\sim+85^\circ\text{C}$ の温度範囲で1サイクル1時間の500サイクルとした。

【0046】その結果を表2に示す。表中の加工時間は20個サンプルの平均値を表す。

【0047】

【表2】

	加工時間	破断数
本発明のレーザ加工	10秒	0個
従来の焼成肌	0	63個
従来の研削加工	25秒	2個

【0048】この結果より、従来の焼成肌サンプルは熱衝撃試験後200個中63個の光ファイバの破断が生じた。又、従来の研削加工サンプルは加工時間が25秒かった。これに比較し、本発明のレーザ加工サンプルは加工時間は10秒ですみ、しかも光ファイバ破断の発生がない良好な結果が得られた。

【0049】以上より、レーザ加工により光ファイバ挿入部および境界部を熱によって溶融した表面とすることにより、加工時間が短くしかも、境界部にエッジの生じない良好なフェルールを得ることができることから、光ファイバに傷をつけず信頼性の高い光コネクタが得ることができた。

【0050】

【発明の効果】このように、本発明によれば、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の後端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状

としてなる光ファイバ用フェルールにおいて、上記光ファイバ挿入部および境界部を熱によって溶融した表面とすることにより、加工時間が短くしかも、境界部にエッジの生じない良好なフェルールを得ることができることから、光ファイバに傷をつけず信頼性の高い光コネクタが得られる。

【図面の簡単な説明】

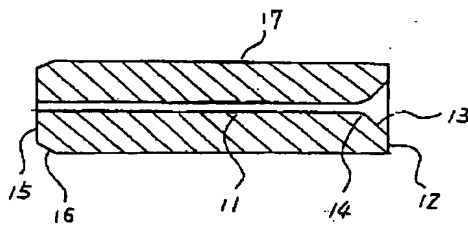
【図1】本発明の光ファイバ用フェルールを示す断面図である。

【図2】本発明の光ファイバ用フェールの加工方法を示す断面図である。

【符号の説明】

- 11 貫通孔
- 12 後端部
- 13 光ファイバ挿入部
- 14 境界部
- 15 先端部
- 16 スリーブ挿入案内部
- 17 外周
- 20 円筒部材
- 21 保持治具
- 22 レーザ
- $\theta$  角度

【図1】



【図2】

